

## SHAFT SEALING MECHANISM OF CENTRIFUGAL PUMP AND CENTRIFUGAL PUMP

Patent Number: JP8284882  
Publication date: 1996-10-29  
Inventor(s): KATSURA HIROYUKI; OKADA RYOJI; UHEYAMA TOSHIHARU  
Applicant(s): HITACHI LTD  
Requested Patent: ☐ JP8284882  
Application Number: JP19950083944 19950410  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F04D29/12  
EC Classification:  
Equivalents: JP3342982B2

### Abstract

**PURPOSE:** To provide a shaft sealing mechanism of a centrifugal pump and a centrifugal pump with the shaft sealing mechanism that is excellent in corrosion resistance even in a water quality of high dissolved oxygen concentration.

**CONSTITUTION:** In a shaft sleeve 10, a Cr film 11 of about 0.5mm (after surface polishing) in coating thickness is formed on a sleeve blank 14 composed of SUS403 by means of electroplating, and resin (PTFE) 13 is impregnated and filled up in crazings 12 existing in this Cr film 11. Therefore, in time of forming the Cr film 11 and in time of polishing after formation of this Cr film 11, resin is filled up even on the inside of the crazing produced in the Cr film 11, and thereby such a fact that treated water penetrates into the crazings 12 produced in the Cr film 11 and reaches to an interface with the surface material of a main shaft 3 as in the past will never happen there.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Moreover, for example, when using a nickel-P thermal-spraying film, the melting point can fall by the eutectic reaction of nickel and P, and the defect inside a middle coat can be reduced. Furthermore, a NiCr coat can also be used. Moreover, a nickel-P thermal-spraying film can obtain effectively the melting point fall operation by the eutectic reaction of nickel and P, when the content of P by the weight ratio is 5 – 15%.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-284882

(43)公開日 平成8年(1996)10月29日

(51)Int.Cl.  
F04D 29/12

識別記号

FI  
F04D 29/12

A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平7-83944

(22)出願日 平成7年(1995)4月10日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 桂 裕之

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72)発明者 岡田 亮二

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 植山 淑治

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(74)代理人 弁理士 春日 譲

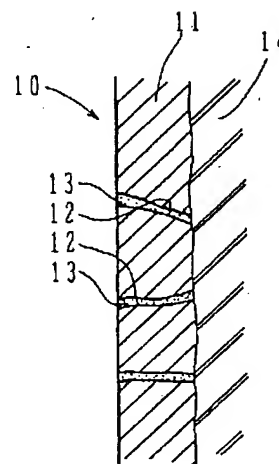
(54)【発明の名称】 遠心力ポンプの軸封機構及び遠心力ポンプ

(57)【要約】

【目的】 溶存酸素濃度が高い水質中であっても耐食性が良好な遠心力ポンプの軸封機構及びこれを用いた遠心力ポンプを提供する。

【構成】 軸スリーブ10において、SUS403で構成されたスリーブ素材14の上には膜厚が約0.5mm

(表面研磨処理後)であるCr皮膜11が電気メッキ法によって形成されており、そしてこのCr皮膜11中に存在する微細われ12中に、樹脂(PTFE)13が含浸・充填されている。これにより、Cr皮膜11形成時やCr皮膜11形成後の研磨時にCr皮膜11中に生じた微細われ12内部にも樹脂が充填され、従来のように処理水が微細割れ12中に侵入し主軸3表面材料との界面に達することがない。



10:軸スリーブ  
11:Cr皮膜  
12:微細われ  
13:樹脂  
14:スリーブ素材

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸と、この回転軸とともに回転するインペラと、このインペラの周囲に設けられたケーシングとを有する遠心力ポンプに備えられ、前記回転軸の外周に取り付けられた略円筒状の軸スリーブを有し該回転軸と前記ケーシングとのシールを行う遠心力ポンプの軸封機構において、

前記軸スリーブの外周表面の少なくとも一部は、耐摩耗性材料による皮膜が形成されており、かつ、前記耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂が含まれていることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 2】 請求項 1 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記耐摩耗性材料の皮膜は、めっきにより形成された Cr 皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 3】 請求項 1 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記耐摩耗性材料の皮膜は、WC を含む皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 4】 請求項 3 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記 WC を含む皮膜は、溶射により形成された WC-NiCr 溶射膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 5】 請求項 4 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記 WC-NiCr 溶射膜は、重量比による WC の含有率が 30～90%であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 6】 請求項 3 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸スリーブは、前記 WC を含む皮膜の内周側に設けられ Ni を含む中間皮膜をさらに有することを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 7】 請求項 6 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記 Ni を含む中間皮膜は、溶射により形成された Ni-P 溶射膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 8】 請求項 7 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記 Ni-P 溶射膜は、重量比による P の含有率が 5～15%であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 9】 請求項 6 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記 Ni を含む中間皮膜は、Ni-Cr 皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 10】 請求項 1 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸封機構は、シールリング、リテーナ、及びバネをそれぞれ備えた複数段のエレメントをさらに有し、これら複数段のエレメントと前記軸スリーブとによってシールを行うことを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 11】 請求項 1 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸封機構は、1つのブッシュをさらに有し、このブッシュと前記軸スリーブとによってシール

を行うことを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 12】 請求項 1 記載の遠心力ポンプの軸封機構において、前記樹脂は、PTFE 及びシリコン樹脂のうち少なくとも一方であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 13】 回転軸と、この回転軸とともに回転するインペラと、このインペラの周囲に設けられたケーシングと、前記回転軸の外周に取り付けられた略円筒状の軸スリーブを備え、該回転軸と前記ケーシングとのシールを行う軸封機構とを有する遠心力ポンプにおいて、前記軸スリーブの外周表面の少なくとも一部は、耐摩耗性材料による皮膜が形成されており、かつ、前記耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂が含まれていることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構。

【請求項 14】 請求項 13 記載の遠心力ポンプにおいて、前記耐摩耗性材料の皮膜は、めっきにより形成された Cr 皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプ。

【請求項 15】 請求項 13 記載の遠心力ポンプにおいて、前記耐摩耗性材料の皮膜は、WC を含む皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば遠心力ポンプの軸封機構に係わり、特に、原子力発電プラント・火力発電プラントに好適な遠心力ポンプの軸封機構及びこれを用いた遠心力ポンプに関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、火力発電プラントにおいて使用されるボイラー給水ポンプの軸封方式としては、現在、下記の 2つの方式が考案され実用に供されている。

## ①フローティングリング式シール

この方式は、シールリング、リテーナ、及びバネからなるエレメントを圧力差に応じて数段重ね、この複数のエレメントと軸スリーブとでシールを行う方式である。

## ②スロットルブッシュ式シール

この方式は、一個の長いブッシュと、軸スリーブとでシールを行う方式である。上記①②いずれの場合も、軸スリーブは摺動部となることから摩耗対策が必要であり、例えば「火力原子力発電」vol. 38, 12号(1987年)85頁～93頁に開示されているように、13%クロム焼き入れ鋼で構成された軸スリーブの摺動面に、硬質クロムめっきを被覆する構成が一般的である。

【0003】一方、ボイラー給水ポンプから吐出された給水は、閉ループを構成する配管系内を循環する。このときのポンプやボイラー配管系の腐食を低減する観点からの水質処理法として、従来、以下の 3つの方式がある。

## (A)揮発性物質処理法

(All Volatile Treatment、以下適宜、AVTと略記する)

この水質処理方法は、揮発性の高いアンモニア等を添加して水中の溶存酸素を極力ゼロとすることにより、主としてボイラー給水ポンプ中の腐食を低下させるものである。

(B)中性水処理法

(Neutral Water Treatment、以下適宜NWTと略記する)

(C)複合水処理法

(Combined Water Treatment、以下適宜CWTと略記する)

これら2つの水質処理方法はともに、上記(A)AVTと逆に給水中に酸素を注入し溶存酸素濃度を増す酸素処理を施すことにより、主としてボイラー配管系内面に安定酸化被膜を形成させ、ボイラー配管系の腐食を低減しスケール発生を抑えるものである。このとき(B)のNWTはpH≒7の中性水質において行われるものであり、(C)のCWTはpH=8~9の酸性水質で行われる。上記(A)AVTと(B)NWT(C)CWTとの腐食防止効果を比較すると、前者は主としてボイラー給水ポンプ中の腐食を低減し後者は主としてボイラー配管系の腐食を低減するものであるが、ボイラー給水ポンプ及びボイラー配管系の全体でみると、後者のほうが腐食低減効果が大きいことが既に明らかとなっている。したがって、今後の水質処理方法は主としてNWTかCWTによるものとなることが予想されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここにおいて、上述したように、ボイラー給水ポンプの軸封機構においては、一般的に、クロム焼き入れ鋼で構成された軸スリーブの摺動面に硬質クロムめっきを被覆する構成となっているが、この硬質クロムめっきは微細な縦割れが多数存在し、表面から下地材料との界面に達する欠陥が存在することから、対摩耗性には優れるものの耐食性はあまり高くない。このような軸封機構に対する上記(A)揮発性物質処理法、(B)中性水処理法、(C)複合水処理法が施された水質の影響を考えた場合、(A)においては溶存酸素がほぼゼロとされることから、硬質クロムに存在する縦割れ中を水が侵入してスリーブ素材である13%クロム鋼に至ったとしても、スリーブの耐食性に影響はない。しかしながら、給水中の溶存酸素濃度が大きい(B)(C)においては、水が縦割れ中を侵入して13%クロム鋼に至ると、めっき層である硬質クロムとの間で電気腐食が生じめっきの剥離が生じるという問題点がある。

【0005】ところで、このようなシール構造に関する公知技術のうち、水質との関連において耐食性等に配慮したものとして、例えば、以下の2つがある。

(1)特開平6-237990号公報

この公知技術は、人工心臓の駆動軸のシール構造において、駆動軸表面に、テトラフルオロエチレン及びその誘導体を共析させたニッケル（若しくはニッケル合金）め

つき皮膜を形成することにより、血液に長期間さらされても対摩耗性・耐久性が高く良好なシール性を保持するシール構造を提供するものである。

(2)特開平5-302952号公報

この公知技術は、セラミック性のシール材を備えた非接触型シール構造において、セラミックシール材の上に無電界ニッケルめっき膜を形成し、さらにその上にポリテトラフルオロエチレン微粒粉末が分散されたニッケル電気めっき膜を形成することにより、水中に浮遊する微粒子がシール表面に付着するのを防止するものである。

10

【0006】上記公知技術(1)(2)をボイラー給水ポンプの軸封機構に適用した場合、上記同様の以下の問題が生じる。すなわち、公知技術(1)では、樹脂（テトラフルオロエチレン）等を共析させためっき皮膜を化学的手法による無電解ニッケルめっきで形成するが、軸スリーブの摺動面に必要な硬質クロムは電気めっきで形成するのが通常であり、無電解めっきで形成するのは極めて困難である。また仮になんとか無電解めっきで樹脂（テトラフルオロエチレン）等を共析させた硬質クロムめっき皮膜を形成したとしても、形成時に硬質クロムと樹脂粒子との界面に縦割れが生じるか、あるいはめっき後の研磨により微細な縦割れが生じ、結局、溶存酸素濃度が大きい給水が侵入してめっきの剥離が生じることとなる。また、公知技術(2)の最外膜の構造を適用して、樹脂（テトラフルオロエチレン）等を分散させた硬質クロムめっき皮膜を電解めっきで形成した場合も、上記同様、形成時に硬質クロムと樹脂粒子との界面に縦割れが生じるか、あるいはめっき後の研磨により微細な縦割れが生じ、結局、溶存酸素濃度が大きい給水が侵入してめっきの剥離が生じる。さらに、クロム鋼の駆動軸の表面に、公知技術(1)(2)のようにニッケル若しくはニッケル合金をめっきして使用する場合、ニッケルの対摩耗性は硬質クロムに比し著しく劣ることから、摩耗が激しく進んでシール性が急速に悪化することとなる。すなわち、駆動軸表面にニッケル若しくはニッケル合金めっきの適用は事実上不可能である。

20

30

40

【0007】以上のように、従来の遠心力ポンプの軸封機構や、これに公知技術を適用した場合においては、溶存酸素濃度が高い水質中でも高い耐食性を備えた軸封機構を得ることができない。また、以上は、火力発電プラントにおいて使用されるボイラー給水ポンプに関して述べてきたが、原子力発電プラントにおいて使用される原子炉給水ポンプに関しても、対腐食性の向上の観点から配管系内の溶存酸素を高くする水質処理が同様に行われており、上記火力発電プラントと同様の課題がある。

【0008】本発明の目的は、溶存酸素濃度が高い水質中であっても耐食性が良好な遠心力ポンプの軸封機構及びこれを用いた遠心力ポンプを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

50

に、本発明によれば、回転軸と、この回転軸とともに回転するインペラと、このインペラの周囲に設けられたケーシングとを有する遠心力ポンプに備えられ、前記回転軸の外周に取り付けられた略円筒状の軸スリーブを有し、該回転軸と前記ケーシングとのシールを行う遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸スリーブの外周表面の少なくとも一部は、耐摩耗性材料による皮膜が形成されており、かつ、前記耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂が含まれていることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0010】好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記耐摩耗性材料の皮膜は、めっきにより形成されたCr皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0011】また好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記耐摩耗性材料の皮膜は、WCを含む皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0012】さらに好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記WCを含む皮膜は、溶射により形成されたWC-NiCr溶射膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0013】また好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記WC-NiCr溶射膜は、重量比によるWCの含有率が30~90%であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0014】さらに好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸スリーブは、前記WCを含む皮膜の内周側に設けられNiを含む中間皮膜をさらに有することを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0015】また好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記Niを含む中間皮膜は、溶射により形成されたNi-P溶射膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0016】さらに好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、Ni-P溶射膜は、重量比によるPの含有率が5~15%であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0017】また好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記Niを含む中間皮膜は、Ni-Cr皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0018】さらに好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記軸封機構は、シールリング、リテーナ、及びバネをそれぞれ備えた複数段のエレメントをさらに有し、これら複数段のエレメントと前記軸スリーブとによってシールを行うことを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0019】また好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封

機構において、前記軸封機構は、1つのブッシュをさらに有し、このブッシュと前記軸スリーブとによってシールを行うことを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0020】さらに好ましくは、前記遠心力ポンプの軸封機構において、前記樹脂は、PTFE及びシリコン樹脂のうち少なくとも一方であることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0021】また、上記目的を達成するために、本発明によれば、回転軸と、この回転軸とともに回転するインペラと、このインペラの周囲に設けられたケーシングと、前記回転軸の外周に取り付けられた略円筒状の軸スリーブを備え、該回転軸と前記ケーシングとのシールを行う軸封機構とを有する遠心力ポンプにおいて、前記軸スリーブの外周表面の少なくとも一部は、耐摩耗性材料による皮膜が形成されており、かつ、前記耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂が含まれていることを特徴とする遠心力ポンプの軸封機構が提供される。

【0022】さらに、前記遠心力ポンプにおいて、前記耐摩耗性材料の皮膜は、めっきにより形成されたCr皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプが提供される。

【0023】また、前記遠心力ポンプにおいて、前記耐摩耗性材料の皮膜は、WCを含む皮膜であることを特徴とする遠心力ポンプが提供される。

【0024】

【作用】以上のように構成した本発明においては、軸スリーブの外周表面の少なくとも一部に耐摩耗性材料による皮膜が形成されていることにより、皮膜自体の摩耗を防止しつつ円滑な摺動を確保することができる。そしてこの耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂、例えばPTFEやシリコン樹脂等が含まれていることにより、皮膜形成時や皮膜形成後の研磨時に皮膜中に生じた微細な欠陥やクラックの内部にも樹脂が充填されているので、従来のように処理水がクラック中に侵入して回転軸表面材料との界面に達することがない。すなわち、NWT・CWTといった溶存酸素濃度が高い処理水を用いる場合であっても、耐摩耗性材料の皮膜が処理水によって剥離することがなく、耐食性を向上させることができる。

【0025】また、耐摩耗性材料の皮膜がめっきにより形成されたCr皮膜であることにより、皮膜自体の摩耗や処理水による腐食を防止しつつ円滑な摺動を確保する構成を実現することができる。さらに、耐摩耗性材料の皮膜がWCを含む皮膜であることにより、例えば、耐摩耗性に優れるWCとこのWCに対する密着性がよく耐食性に優れるNiCrとを備えたWC-NiCr皮膜を溶射で形成することにより、皮膜自体の摩耗や処理水による腐食を防止しつつ、円滑な摺動を確保する構成を実現することができる。また、WC-NiCr溶射膜は、重量比によるWCの含有率が30~90%であることにより、WCによる耐摩耗性向上作用を、効果的に得ること

ができる。さらに、軸スリーブは、WCを含む皮膜の内周側に設けられNiを含む中間皮膜をさらに有することにより、耐食性が向上するとともに、例えば、WCを含む皮膜としてWC-NiCrを用いる場合にはこの皮膜との電位差を小さくすることができる。また例えば、Ni-P溶射膜を用いる場合にはNiとPとの共晶反応で融点が低下して、中間皮膜内部の欠陥を低減することができる。さらにNiCr皮膜を用いることもできる。また、Ni-P溶射膜は、重量比によるPの含有率が5～15%であることにより、NiとPとの共晶反応による融点低下作用を、効果的に得ることができる。さらに、軸封機構が、シールリング、リテーナ、及びバネをそれぞれ備えた複数段のエレメントをさらに有し、これら複数段のエレメントと軸スリーブとによってシールを行うことにより、いわゆるフローティングリング式シールを行う軸封機構に対しても適用することができる。また、軸封機構が、1つのブッシュと軸スリーブとによってシールを行うことにより、いわゆるスロットルブッシュ式シールを行う軸封機構に対しても適用することができる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の実施例を図を参照して説明する。本発明の第1の実施例を図1～図5により説明する。本実施例は、ボイラー給水ポンプに適用する軸封機構の実施例である。本実施例による軸封機構が設けられるボイラー給水ポンプ100の縦断面図を図2に示す。図2に示されるボイラー給水ポンプ100においては、ケーシング1の吸込口2より吸い込まれた水は、主軸3に連結され主軸3と共に回転するインペラ4によって昇圧され、インペラ4の外周に設けられたデフューザ5に吐出される。その後、この吐出された水はデフューザ5の外周に設けられたステージ6に流入し、ステージ6によって外向きの流れが内向きに変えられて次段のインペラ4に導かれる。そして、このようにして昇圧行程が繰り返されて加圧された水は、最終的に吐出口7から吐出される。

【0027】ケーシング1の軸封部に設けられ主軸3とケーシング1とのシールを行う軸封機構50の詳細構造を表す縦断面図を図3に示し、軸封機構50に設けられたエレメント8（後述）の詳細構造を表す模式図を図4に示す。軸封機構50は、いわゆるフローティングリング式であり、図3及び図4に示されるように、シールリング8a、リテーナリング8b、バネ8c、及びピン8dからなるエレメント8が圧力差に応じて数段重ねられ、これらと、主軸3の外周に取り付けられた略円筒状の軸スリーブ10とでシールを行う構造となっている。

【0028】軸スリーブ10の外観を表す斜視図を図5に、軸スリーブ10の外周表面近傍（例えば図5中A部近傍）の断面構造を示す拡大断面図を図1に示す。図5及び図1に示される軸スリーブ10において、SUS4

03で構成されたスリーブ素材14の上には膜厚が約0.5mm（表面研磨処理後）であるCr皮膜11が形成されており、そしてこのCr皮膜11中に存在する微細われ12中に、樹脂（PTFE）13が含まれている。

【0029】このような構成の軸スリーブ10の製造方法を以下に説明する。まず、SUS403で概略寸法のスリーブ素材14を製作する。次に、このスリーブ素材14に電気メッキ法でCr皮膜11を被覆する。そして電気メッキによるCr皮膜11に対する所定処理を経た後に、内周及び外周を研磨等によって所定寸法に仕上げる。この際、内周のCrめっきは、すべてが削除されることが望ましい。そして、このようにして外周にCr皮膜11が形成されたスリーブ素材14を真空容器に入れ、真空排気後、加熱・溶融状態のPTFEを真空容器中に流し込む。所定時間、樹脂中に放置後、真空容器から取り出して表面の不要樹脂を取り除く。これにより、めっき時やめっき後の所定処理（研磨等）によって必然的に生じる微細われ12中に樹脂13を含浸・充填する。

【0030】以上のように構成した本実施例においては、軸スリーブ10の外周表面に耐摩耗性材料であるCr皮膜11が形成されていることにより、皮膜自体の摩耗を防止しつつ円滑な摺動を確保する。そしてこのCr皮膜11中に樹脂（PTFE）13が含まれていることにより、Cr皮膜11形成時やCr皮膜11形成後の研磨時にCr皮膜11中に生じた微細われ12内部にも樹脂が充填され、従来のように処理水が微細割れ12中に侵入し主軸3表面材料との界面に達することがない。すなわち、NWT・CWTといった溶存酸素濃度が高い処理水を用いる場合であっても、Cr皮膜11がスリーブ素材14から剥離することがない。よって耐食性を向上させることができ、遠心力ポンプの信頼性を向上させることができる。

【0031】本発明の第2の実施例を図6により説明する。本実施例も第1の実施例と同様、ボイラー給水ポンプに適用する軸封機構の実施例である。本実施例の軸封機構250が第1の実施例の軸封機構50と異なる点は、軸スリーブの断面構造である。この軸スリーブ210の断面構造を示す拡大断面図を図6に示す。図6は、第1の実施例における図1に対応する図である。第1の実施例と同等の部材には同一の符号を付す。

【0032】図6に示される軸スリーブ210において、SUS403のスリーブ素材14の上には膜厚が約0.2mm（表面研磨処理後）であるNi-P溶射膜216が形成されており、さらにその上に、膜厚が約0.3mm（表面研磨処理後）であるWC-NiCr溶射膜215が形成されている。このとき、WC-NiCr溶射膜215は硬質で耐摩耗性に優れるが、溶射法で形成する皮膜であることから膜内に微細な欠陥217が存在

9  
する。これは第 1 の実施例の Cr めっきの微細われ 1 2 のような明確なわれではないが、微細なボイドが連続して形成される。そこで、軸スリーブ 2 1 0 は、この欠陥 2 1 7 に樹脂 ( P T F E ) 1 3 が含浸され充填されていた構造となっている。

【 0 0 3 3 】このような構成の軸スリーブ 2 1 0 の製造方法を以下に説明する。第 1 の実施例の軸スリーブ 1 0 と同様、まず、 S U S 4 0 3 で概略寸法のスリーブ素材 1 4 を製作する。次に、スリーブ素材 1 4 の外周面をサンドブラスト処理によって適度な表面粗さとし、組成が 9 0 % N i - 1 0 % P である粉末を用い、スリーブ素材 1 4 の外周表面に高速フレイム溶射法によって N i - P 溶射膜 2 1 6 を形成する。その後、 N i - P 溶射膜 2 1 6 の上に、組成が 7 3 % W C - 2 7 % N i C r である粉末を用い、高速フレイム溶射法によって W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 を形成する。溶射膜形成後、内周及び外周を研磨等によって所定寸法に仕上げる。その後、第 1 の実施例の軸スリーブ 1 0 の製造方法と同様にして、 W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 中に P T F E を含浸させる。

【 0 0 3 4 】本実施例においては、軸スリーブ 2 1 0 の外周表面に、 W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 が溶射で形成されることにより、耐摩耗性に優れる W C とこの W C に対する密着性がよく耐食性に優れる N i C r との組み合わせであることから、皮膜自体の摩耗や処理水による腐食を防止しつつ、円滑な摺動を確保することができる。

【 0 0 3 5 】また、軸スリーブ 2 1 0 は、 W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 の内周側に N i - P 溶射膜 2 1 6 を設けることにより、耐食性が向上するとともに W C - N i 溶射膜 2 1 5 との電位差を小さくすることができる。また、 N i と P との共晶反応で融点が低下し、 N i - P 溶射膜 2 1 6 内部の欠陥を低減することができる。

【 0 0 3 6 】なお、上記第 2 の実施例では、 W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 として 7 3 % W C - 2 7 % N i C r の組成のものを用いたが、この組成に限定されるものではない。すなわち、摺動に対する耐摩耗性と水中での耐食性が目的であることから、耐摩耗性・耐食性が効果的に得られる範囲であれば足りる。また、 N i にも限られず、耐摩耗性の W C と混合可能で耐食性の優れた金属であれば足りる。すなわちこれらのとき、本願発明者等の検討によれば、 W C 含有率 3 0 ~ 9 0 % の範囲が適用可能であることがわかった。また、上記第 2 の実施例では、 N i - P 溶射膜 2 1 6 として 9 0 % N i - 1 0 % P の組成のものを用いたが、この組成に限定されるものではない。すなわち、 N i と P との共晶反応によって融点が低下膜内部の欠陥を低減させることが目的であることから、 P の含有率は、この共晶反応による融点低下が効果的である範囲であれば足りる。すなわち、本願発明者等の検討によれば P 含有率 5 ~ 1 5 % の範囲が適用可能であることがわかった。また、上記第 2 の実施例では、 W C - N i C r 溶射膜 2 1 5 の下層に N i - P 溶射膜 2

1 6 を設けたが、これに限られず、例えば、 N i - C r 皮膜を形成してもよい。さらに、上記第 2 の実施例では、溶射膜 2 1 5 , 2 1 6 の被覆方法として、高速フレイム溶射法を用いたが、これに限定するものではなく、例えば、爆発溶射法、プラズマ溶射法等であってもよい。これらの場合も、同様の効果を得る。

【 0 0 3 7 】また、上記第 1 及び第 2 の実施例では、樹脂として P T F E を用いたが、これに限定されるものではなく、例えば第 1 の実施例の Cr めっきの微細われ 1 2 のような微小部分に浸透できるものであれば足り、例えばシリコン樹脂を使用することも可能である。この場合も、同様の効果を得る。さらに、上記第 1 及び第 2 の実施例では、軸封機構 5 0 , 2 5 0 がフローティング式である場合を示したが、これに限定するものではない。すなわち、軸スリーブ 1 0 及び 2 1 0 の構成をスロットロブッシュ式の軸封機構に適用してもよく、これらの場合も同様の効果を得る。また、上記第 1 及び第 2 の実施例に示した軸封機構 5 0 , 2 5 0 の適用対象であるボイラー給水ポンプとして、内部ケーシング輪切り形のバレル型多段遠心力ポンプを示したが、対象が内部ケーシング輪切り形のバレル型多段遠心力ポンプに限定するものではなく、内部ケーシング水平割り形のバレル型多段遠心力ポンプでも、輪切り型多段遠心力ポンプでもよく、これらのポンプに適用した場合も、同様の効果を得る。また、適用対象としてボイラー給水ポンプに限定されるものではなく、例えば原子力発電プラントで用いられ復水系から原子炉内へ給水する原子炉給水ポンプに適用することもでき、これらの場合も同様の効果を得る。

#### 【 0 0 3 8 】

【発明の効果】本発明によれば、軸スリーブの外周表面に設けられた耐摩耗性材料の皮膜中に樹脂が含浸されているので、 N W T ・ C W T といいた溶存酸素濃度が高い処理水を用いる場合であっても、耐摩耗性材料の皮膜が剥離することがないので耐食性を向上させることができる。よって遠心力ポンプの信頼性を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例による軸スリーブの外周表面近傍の断面構造を示す拡大断面図である。

【図 2】軸封機構が設けられるボイラー給水ポンプの縦断面図である。

【図 3】図 2 に示された軸封機構の詳細構造を表す縦断面図である。

【図 4】図 2 に示された軸封機構に設けられたエレメントの詳細構造を表す模式図である。

【図 5】図 1 に示された軸スリーブの外観を表す斜視図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施例による軸スリーブの断面構造を示す拡大断面図である。

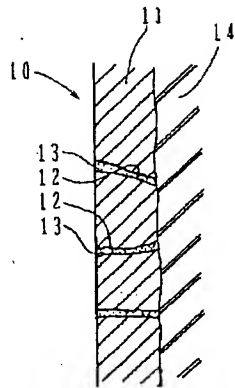
#### 【符号の説明】



- 11
- |     |          |
|-----|----------|
| 1   | ケーシング    |
| 3   | 主軸 (回転軸) |
| 4   | インペラ     |
| 8   | エレメント    |
| 8 a | シールリング   |
| 8 b | リテーナリング  |
| 8 c | バネ       |
| 8 d | ピン       |
| 10  | 軸スリーブ    |
| 11  | Cr皮膜     |

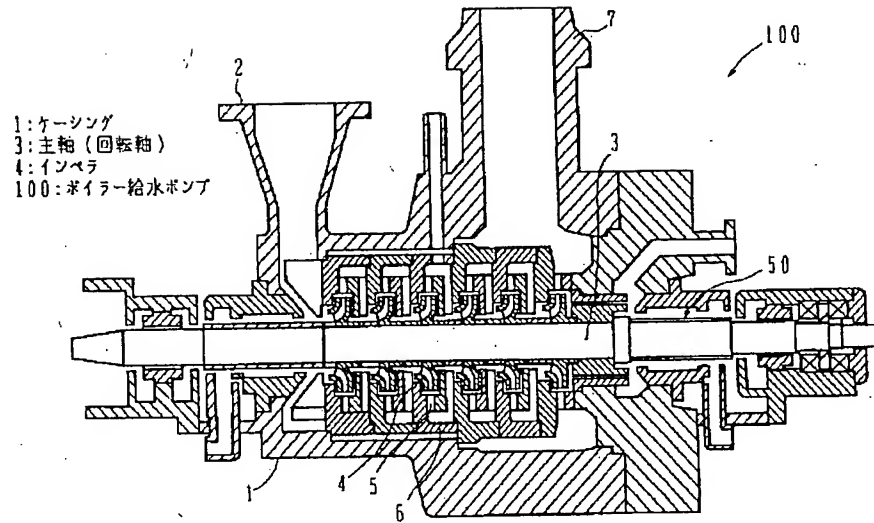
- 12
- |     |                        |
|-----|------------------------|
| 12  | 微細われ                   |
| 13  | 樹脂                     |
| 14  | スリーブ素材                 |
| 50  | 軸封機構                   |
| 100 | ボイラー給水ポンプ              |
| 210 | 軸スリーブ                  |
| 215 | WC-NiCr溶射膜 (耐摩耗性材料の皮膜) |
| 216 | Ni-P溶射膜 (中間皮膜)         |
| 217 | 欠陥                     |

【図1】



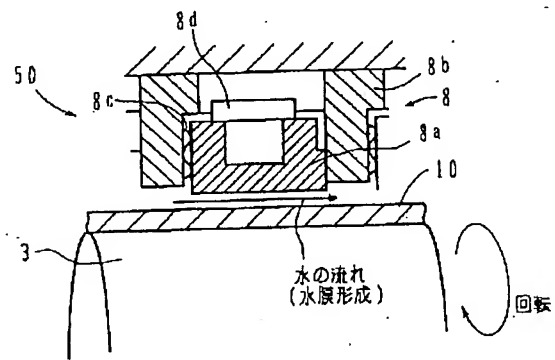
- 10: 軸スリーブ  
11: Cr皮膜  
12: 微細われ  
13: 樹脂  
14: スリーブ素材

【図2】



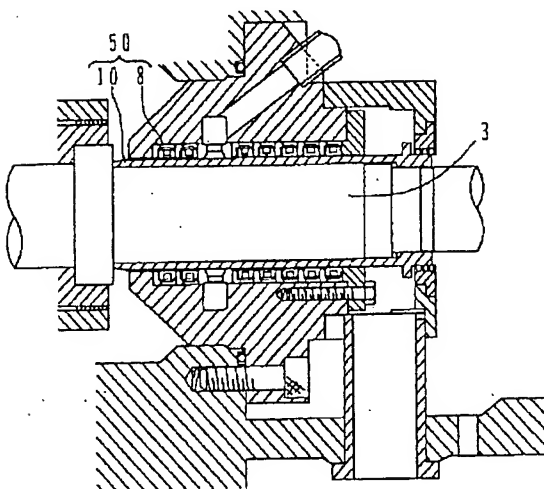
- 1: ケーシング  
3: 主軸 (回転軸)  
4: インペラ  
100: ボイラー給水ポンプ

【図4】



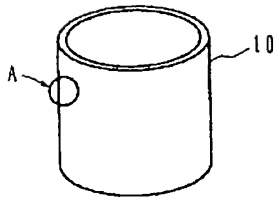
- 8 a: シールリング  
8 b: リテーナリング  
8 c: バネ  
8 d: ピン

【図3】

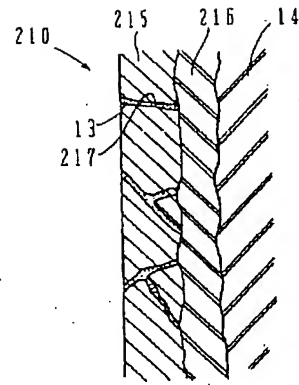


- 8: エレメント

【図 5】



【図 6】



210: 軸スリーブ  
215: WC-NiCr 溶射膜 (耐摩耗性材料の皮膜)  
216: Ni-P 溶射膜 (中間皮膜)  
217: 欠陥